

# El ejercicio físico aeróbico como posible causa de lesión renal

RAFAEL PÉREZ REDONDO<sup>1</sup>  
 JOSÉ ANTONIO DE PAZ FERNÁNDEZ<sup>1</sup>  
 JESUS BUSTAMANTE BUSTAMANTE<sup>2</sup>  
 JOSÉ GERARDO VILLA VICENTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> I.N.E.F. de Castilla y León (León)

<sup>2</sup> H.C.U. Servicio de Nefrología  
 (Valladolid)

CORRESPONDENCIA:

Rafael Pérez Redondo  
 I.N.E.F. de Castilla y León  
 Campus de Vegazana s/n  
 24071 - León  
 Fax. 223812

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 1999; 130: 25-31

**RESUMEN.** Para comprobar si la actividad física aeróbica afecta al riñón y en que sentido, sometemos a un grupo de personas homogéneo desde el punto de vista de la edad y los datos antropométricos, a un ejercicio físico controlado de intensidad submáxima. Durante la prueba cada individuo debe pedalear en un ergociclo a una intensidad igual al 65% de su VO<sub>2</sub> max. Antes y después de la prueba se toman muestras de orina para analizar en ellas: B-2-M, N.A.G., proteínas y sedimento urinario así como la presencia o no de hematuria.

Los resultados obtenidos nos indican que existen diferencias significativas en las proteínas, B-2-M y la N.A.G., al comparar los valores obtenidos en reposo con los que se observan después del ejercicio, siendo estos últimos siempre más elevados. Los autores consultados coinciden en general con nuestros resultados por lo que podemos afirmar que, tras una actividad física de intensidad submáxima, puede haber alteraciones renales de origen tubular, que suelen desaparecer a los pocos días sin dejar secuelas.

**PALABRAS CLAVE:** Actividad física, riñón, proteinuria, enzimuria, hematuria.

**SUMMARY.** To see if the physical aerobic activity affects the kidney and in which way, we subject a homogeneous group of people of same age and anthropometric data to a controlled physical exercise of submaximum intensity. During the activity each person must pedal in a bicycle ergometer at an intensity of 65% of his maximum VO<sub>2</sub>. Before and after activity a sample of urine will be taken to analyse B-2-M, N.A.G., protein and urinary sediment and also the presence of haematuria.

The results show that there are important differences in the proteins, B-2-M and N.A.G. when comparing the obtained values in complete rest and those after the activity, being the later higher. The consulted writers agree in general with our results, therefore we can state that after an activity of submaximum intensity there can be some renal changes of tubular origin, which can disappear some days after without leaving any consequences.

**KEY WORDS:** Physical activity, kidney, proteinuria, enzimuria, haematuria.

## INTRODUCCION

El riñón es un órgano vital con dos funciones: una uropoyética con una doble misión homeostática y depuradora y otra endocrino-metabólica con una participación importante como órgano de secreción interna, modulando procesos generales.

La función uropoyética se realiza a partir del proceso fundamental de la filtración glomerular y la reabsorción-secreción tubular selectiva, dando como resultado final la formación de orina definitiva. Por lo tanto la principal función fisiológica del riñón sería la regulación de la secreción de sustancias inorgánicas, siendo la aldosterona el controlador más importante de la absorción de estos solutos.<sup>10</sup> La formación de la orina se inicia con la obtención en los glomérulos de un ultrafiltrado proveniente del plasma; este mecanismo depende básicamente de las características anatómicas del glomérulo y de las fuerzas hemodinámicas impuestas por la resultante de las presiones oncóticas e hidráulicas en el capilar glomerular.

Existe una gran variedad de sustancias vasoactivas que pueden modificar la hemodinámica renal; entre las sustancias vasoconstrictoras que afectan a la hemodinámica glomerular están: la angiotensina II, la noradrenalina, la vasopresina, el factor activador de plaquetas, el tromboxano, la endotelina y la adenosina;<sup>1</sup> como sustancias vasodilatadoras tenemos fundamentalmente: las prostaglandinas (PGE2 y PGI2), la acetilcolina, la bradicinina y la histamina.

El agua en el túbulo renal es transferida secundariamente al transporte de solutos por mecanismos físico-químicos, sin que exista ningún mecanismo activo de transporte<sup>12</sup>. En los segmentos distales en donde existen marcados gradientes de presión osmótica suficientes para mover el agua, el transporte de agua es modulado esencialmente por la permeabilidad del epitelio al agua, propiedad que puede ser a su vez modulable por la hormona antidiurética. Estos mecanismos reguladores van a determinar el flujo sanguíneo renal y la velocidad de filtración glomerular. Por otra parte la filtración glomerular se puede cuantificar, a través del aclaramiento plasmático de sustancias que sólo sean filtradas no reabsorbidas ni secretadas por los túbulos renales.

Finalmente se sabe que la función renal, aparte de sufrir las consecuencias de trastornos de tipo orgánico, está muy influida por factores como la edad, dieta, postura o tipo de actividad física, que pueden alterar la permeabilidad del capilar glomerular; de esta forma la presencia en orina de sustancias de elevado peso molecular como las proteínas plasmáticas y/o enzimas así como hematurias macro o microscópicas, pueden constituir una señal importante de daño renal.<sup>18</sup>

Con el fin de ver los efectos que el ejercicio físico aeróbico tiene sobre el riñón, se somete a un grupo de personas, homogéneo desde el punto de vista de la edad y los datos antropométricos, a una prueba física controlada de intensidad submáxima.

## MATERIAL Y METODO

El grupo está formado por 16 personas de ambos sexos, sanas y en buena condición física, que no siguen ningún plan de acondicionamiento físico concreto. Ninguno de los sujetos es fumador o bebedor habitual y todos han permanecido sin tomar medicamento alguno los 15 días anteriores a la prueba. Los sujetos del sexo femenino se encontraban en el momento de realización de las pruebas, entre los días 10 y 20 después de haber comenzado el sangrado menstrual.

El protocolo utilizado se desarrolla en dos fases: En la primera fase, cada persona acudía al laboratorio entre las 8-9h de la mañana, y tras ser informado con detalle de la prueba a la que iba a someterse, dar su consentimiento y permanecer media hora en reposo, se le realiza una historia clínica que incluye: antecedentes personales y familiares incidiendo en aquellas enfermedades que pudieran tener influencia sobre el riñón (diabetes e hipertensión arterial), hábitos de vida y una exploración general con toma de tensión arterial, E.C.G. basal y mediciones antropométricas. Esta fase termina con una prueba de esfuerzo realizada sobre un cicloergómetro de freno electromagnético y mantenida hasta el agotamiento, con un protocolo triangular continuo y análisis de gases espirados.

La segunda fase tenía lugar entre 48 horas y una semana después de la primera; los sujetos acudían al mismo laboratorio después de permanecer sin ingerir alimento sólido o líquido alguno las 12 horas anteriores, y realizaban una prueba ergométrica en el mismo cicloergómetro en la que, tras un calentamiento previo, había que pedalear con un protocolo rectangular continuo y a una intensidad correspondiente al 65% del VO<sub>2</sub> máx. de la primera prueba de cada sujeto, manteniendo el esfuerzo un mínimo de 30 min. y un máximo de 45 min. Antes y después de dicha prueba se obtenían muestras de orina por micción voluntaria, siendo obligada la toma de agua, 200 ml/m<sup>2</sup> de superficie corporal, después de la prueba, para favorecer la diuresis y reemplazar parte del agua perdida.

Para ver si se producen cambios o alteraciones en el riñón como consecuencia del ejercicio físico, se utiliza metodología no invasiva; así se manejan exclusivamente las muestras de orina, en las cuales se analizan los siguientes parámetros: Beta-2-microglobulina (B-2-M), N-acetil-D-glucosaminidasa (N.A.G.) y sedimento urinario; además con tiras reactivas se

cuantifican las proteínas y se valoran la presencia o no de hemáties.

La B-2-M, es una proteína circulante con un peso molecular de 11800 daltons y fue descubierta por primera vez en la orina de pacientes con proteinuria de origen tubular, por Berggard<sup>2</sup> en 1968. Es un componente del antígeno de histocompatibilidad HLA y se encuentra en la superficie de la mayor parte de las células nucleadas; pasa a través del filtro glomerular es reabsorbida en un 99,9% y degradada en el túbulo proximal. Concentraciones elevadas de B-2-M en orina suelen ser el resultado de una disfunción tubular proximal y este hecho está aceptado como un buen índice de proteinuria de origen tubular desde hace tiempo.<sup>15</sup> En su determinación utilizamos un método inmunoradiométrico (Coat-A-Count Beta-2-microglobulin IRMA), para medir cuantitativamente la B-2-M en orina.

La N.A.G. se encuentra en las células del túbulo proximal como un enzima hidrolítico localizado fundamentalmente en la fracción lisosomal, con un peso molecular entre 130000 y 140000 daltons; no se filtra a causa de su elevado tamaño molecular y por lo tanto su aparición en orina puede traducir la existencia de una lesión tubular proximal o más exactamente una pérdida de la integridad lisosomal. La presencia de una enzimuria (N.A.G. en orina) unida a otras alteraciones urinarias (proteinuria, albuminuria, etc.), refuerza la sospecha de que pueda existir una verdadera enfermedad renal.<sup>11</sup> Para determinar la N.A.G. utilizamos un método colorimétrico (espectrofotometría), empleando un volumen de muestra de 3,05 ml. La sal sódica 3-cresolsulfonil-N-acetil-Beta-D-Glucosaminida, es hidrolizada por N-acetil-Beta-D-glucosaminidasa (N.A.G.) con el resultado de la sal sódica 3-cresolsulfonilina (3-cresol morado), el cual es medido fotométricamente a una longitud de onda de 580 nanómetros.

En las determinaciones con tiras reactivas se utilizan las tiras reactivas múltiples AMES. Para que los resultados sean fiables, deben seguirse cuidadosamente los siguientes pasos:

1. Utilizar orina fresca recogida en un recipiente estéril.
2. Sacar una sola tira del frasco y utilizarla inmediatamente.
3. Sin tocar el área reactiva con los dedos, sumergir la tira brevemente en la muestra y sacarla con rapidez.
4. Escurrir el exceso de orina con el borde del recipiente y mantener la tira en posición horizontal.
5. Comparar visualmente los colores de la tira con la tabla de colores que acompaña al envase contenedor de las tiras reactivas, manteniendo aquella cerca de este.

Los colores que aparecen después de dos minutos carecen de significado. Los tiempos de lectura visual de los parámetros analizados son: sangre 60 seg. y proteínas 60 seg.; haciéndose una valoración semicuantitativa.

Para el cálculo de la composición corporal, se sigue el método desarrollado por Faulkner<sup>8</sup> (1968) y asumido por el Grupo Español de Cineantropometría (G.R.E.C.).

Para calcular el porcentaje de grasa se utiliza la ecuación de Yuhasz<sup>28</sup> (1962) modificada por Faulkner<sup>8</sup> (1968); el peso óseo se calcula a partir de la fórmula de Von Döbel<sup>26</sup> (1964) modificada por Rocha<sup>23</sup> (1975); el cálculo del peso muscular viene dado por la fórmula de Matiegka<sup>16</sup> (1921) y finalmente la superficie corporal se calcula por la fórmula de Dubois<sup>6</sup> (1916).

Los aparatos utilizados en las determinaciones cineantropométricas y ergométricas son los siguientes:

- Balanza Secam con una precisión de 100 gr.
- Tallímetro Holtain con una precisión de 1 mm.
- Paquímetro Holtain con una precisión de 0,1 mm.
- Plicómetro Holtain con una presión constante de 10 gr/mm<sup>2</sup>, en cualquier posición de apertura y una precisión de 0,2 mm.
- Cinta métrica Holtain de 2 metros y una precisión de 1 mm.
- Cicloergómetro de freno electromagnético Ergobexen, con una potencia de frenado entre 25-500 vatios.
- Ergoespirómetro con analizador de gases respiración a respiración Medical Graphics System CPX-MAS, que consta de los siguientes elementos:
  - Neumotacógrafo Hans Rudolph n1 38.
  - Mascarilla respiratoria valvular Hans Rudolph de 2 vías, modelo 2700.
  - Analizador de oxígeno mediante sensor de alta temperatura de óxido de zirconio, con un rango de 0-100%, un tiempo de respuesta de 0 a 90% de menos de 80 mseg y una precisión de 10%.
  - Analizador de CO<sub>2</sub> mediante absorción de infrarrojos, con un rango de 0-10%, un tiempo de respuesta de menos de 130 mseg y una precisión de 1%.
- Ordenador Acer 486 sx 25 Mhz. Software Medical Graphics versión 2.1.
- Impresora Epson EX-800.
- Estación meteorológica.
- Jeringa de precisión para calibración de neumotacógrafo de 0 a 5 litros Hans Rudolph modelo 5530.
- Bombonas de mezcla de gases: 6% CO<sub>2</sub>; 12% O<sub>2</sub> y 82% N<sub>2</sub> para calibración de analizadores de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>.

- Electrocardiógrafo de 6 canales Shiller, modelo AT-6 (M).
- Monitor de video electrocardiográfico Shiller AG, tipo VI Zenith.
- Esfigmomanómetro de columna de mercurio Riester, modelo Nova.
- Fonendoscopio Littmann, modelo 2201 adulto 71 cms.

El estudio estadístico de los resultados se ha realizado mediante el programa RSIGMA y statistic para-Windows, en un ordenador compatible IBM P 133 dotado de un disco duro de 1 gigabytes y 16 Megabytes de memoria RAM.

Se calcularon todos los parámetros estadísticos básicos y se eligieron la media y la desviación estándar de los resultados. La significación estadística se determinó mediante el estudio de homogeneidades de un conjunto de muestras, para comprobar si sus diferencias superan o no a la atribuible al azar aplicando diferentes análisis que explicamos a continuación:

- Significación estadística de los datos preejercicio-postejercicio en el grupo experimental, mediante comparación de medias de muestras pareadas aplicando la t de STUDENT de contraste.
- Los análisis de regresión, mediante el método de los mínimos cuadrados.

El tratamiento gráfico se realizó mediante el programa Cricket Graph en un ordenador Macintosh LC Apple, de 4 Megabytes de memoria RAM.

## RESULTADOS

Las medias y desviaciones estandar de los valores relativos a la edad, peso, talla, superficie corporal y distribución porcentual respecto de la masa corporal total de los compartimentos graso, muscular y óseo del grupo experimental, se recogen en la Tabla I. A la vista de los resultados se puede comprobar la homogeneidad del grupo.

Los valores medios de las variables ergométricas fundamentales reflejados en la Tabla II, confirman el hecho de que las personas que han participado en el estudio están en una buena condición física.

Al comparar los datos analíticos obtenidos en la orina recogida en reposo, con los que aparecen en la orina después del ejercicio, se observa que aparecen diferencias estadísticamente significativas en las proteínas, B-2-M y N.A.G. (Gráficos I, II y III), siendo los valores postejercicio más elevados que los observados en reposo (Tabla III).

**Tabla I**

Parámetros antropométricos. V.M. (Valores medios);  $\pm$  D.E. (Desviación estándar)

Parámetros	V.M.	$\pm$ D.E.
Edad (años)	21,6	2,1
Talla (cm)	171,2	10,3
Peso (Kg)	70	9,3
Superficie (m) <sup>2</sup>	1,8	0,2
Grasa (%)	12,1	1,9
Músculo (%)	49,4	2,8
Hueso (%)	14,6	2,7

**Tabla II**

Parámetros ergométricos máximos. V.M. (Valores medios);  $\pm$  DE (Desviación estándar); FR: frecuencia cardíaca; VT: volumen corriente; RR: frecuencia respiratoria; VE: volumen espiratorio; VO<sub>2</sub>: consumo de oxígeno; VCO<sub>2</sub>: volumen de CO<sub>2</sub> espirado; AT: umbral anaeróbico y W: potencia desarrollada

Parámetros	V.M.	$\pm$ D.E.
FR (lat/min)	179,3	9,5
VT (ml)	2824,6	620,6
RR (res/min)	45,1	8,5
VE (L/min)	127,6	37,7
VO <sub>2</sub> (ml/kg/min)	53,6	9,1
VCO <sub>2</sub> (ml/min)	4879,1	307,2
AT (ml/Kg/min)	41,8	8,1
W (vatios)	231,6	51,6

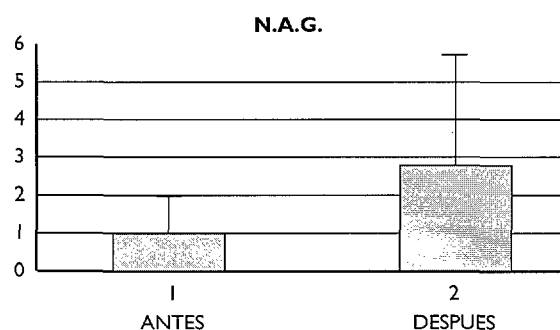
**Tabla III**

Comparación de parámetros urinarios, antes y después de la prueba submáxima. Valores medios  $\pm$  Desviación estándar y significación estadística (\*\*\*) $p \leq 0,01$ ; (\*) $p \leq 0,05$  de las diferencias

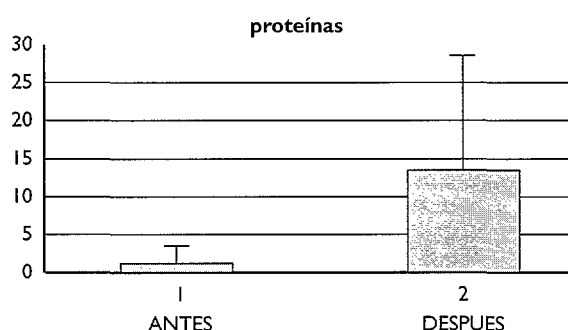
Parámetros	Antes	Después	
Proteínas	1,25 $\pm$ 2,23	13,43 $\pm$ 13,38	***
B-2-M (mcg/l)	84,27 $\pm$ 45,21	134,76 $\pm$ 59,8	*
NAG (U/g creatinina)	1,08 $\pm$ 0,87	2,65 $\pm$ 2,83	

En el sedimento urinario después del ejercicio aparecen dos casos con presencia de hematíes (tres hematíes por campo y dos hematíes por campo respectivamente) y con tiras reactivas tres casos de hemoglobinuria (equivalente a 5-20

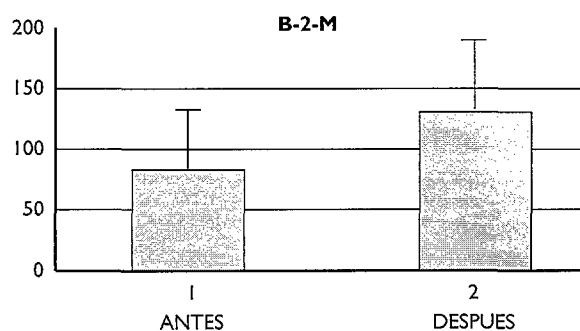
**Gráfico I** Valores medios de N.A.G. obtenidos en orina antes y después de la prueba submáxima.



**Gráfico II** Valores medios de las proteínas urinarias de la muestra, obtenidas antes y después de la prueba submáxima.



**Gráfico III** Valores medios de B-2-M que aparecen en la orina del grupo experimental antes y después de realizada la prueba submáxima.



células/microlitro) en la orina postejercicio, no apareciendo ninguna otra alteración digna de mención excepto frecuentes leucociturias, pero siempre por debajo de 5 leucocitos por campo.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

La hemoglobinuria postejercicio se normaliza 48 horas después de finalizada la actividad física, lo que siguiendo a otros autores como Jones y Newhouse<sup>13</sup> (1997), Temocin y col.<sup>25</sup> (1996) y Fishbane<sup>9</sup> (1995), nos lleva a considerar dichas microhematurias como una consecuencia directa y benigna del ejercicio. Hay que tener en cuenta no obstante, la limitación de la sensibilidad de la prueba con tiras reactivas sobre todo a la presencia de eritrocitos intactos. Así mismo el sedimento urinario vuelve a su situación normal unos días después, lo que coincide con la mayoría de los autores consultados como Perez-ruiz y col.<sup>17</sup> (1993) o Cianflocco<sup>5</sup> (1992).

Desde muy antiguo se sabe que el ejercicio físico intenso, provoca un aumento en la excreción de proteínas urinarias y que su permanencia en orina más de 48 horas, puede tener significación clínica sobre todo si se asocia a enzimuria o a un aumento de B-2-M en orina (Hofmann y Guder, 1989)<sup>11</sup>. La membrana celular es muy selectiva al paso de macromoléculas como ya quedó demostrado por Chang y col.<sup>3</sup> en 1975; según estos autores no hay restricción para las moléculas de un radio menor de 21 angströms, mientras que para moléculas mayores el aclaramiento disminuye progresivamente con el aumento del radio molecular, siendo casi de cero para las moléculas mayores de 44 angströms. Autores como Poortmans y Vanderstraten<sup>19</sup> (1994), Estivi y col.<sup>7</sup> (1992), Sato y col.<sup>24</sup> (1994) y Chen<sup>4</sup> (1990) entre otros, coinciden en que la proteinuria postejercicio es una entidad frecuente, de escasa importancia y duración transitoria; también parece haber un acuerdo casi unánime en que la albúmina es el principal componente de la proteinuria, por encima de las globulinas, hemoglobinas o mucoproteínas.

Aunque el origen de la proteinuria postejercicio no es muy bien conocido, cuando ésta aparece junto con un aumento de la B-2-M y/o una enzimuria (N.A.G. en orina) como en nuestro caso, puede hablarse de una proteinuria tubular proximal causada por la actividad física. Autores como Poortmans y col.<sup>21</sup> (1996), encuentran aumentos después del ejercicio en la B-2-M y en la albúmina relacionados directamente con la intensidad del ejercicio; este mismo autor en un trabajo posterior (Poortmans y col., 1997)<sup>22</sup>, corroboran la existencia de lesión tubular con un aumento de la B-2-M y el N.A.G. tras varias carreras de medio fondo y fondo y relacionado directamente con la intensidad y duración de estas. Poortmans y col.<sup>20</sup> (1996) encuentran también cambios en la B-2-M en orina relacionados directamente con la edad en niños y adolescentes, llegando a la conclusión de que el efecto del ejercicio sobre la permeabilidad del glomérulo aumenta con

la edad, de forma que aparecen mayores cantidades de proteínas en la orina postejercicio a medida que la edad aumenta desde los 9 a los 18 años. Ying<sup>7</sup> (1991) llega a la misma conclusión que los autores anteriores, después de descubrir aumentos significativos de N.A.G. y B-2-M tras el ejercicio en jóvenes universitarios practicantes de distintos deportes. Finalmente Lou y Hua<sup>14</sup> (1995), consiguen los mismos resultados en la orina de ratas que han sido sometidas al transporte de distintos pesos y a nadar hasta el agotamiento.

A la vista de nuestros resultados confirmados por la totalidad de los autores consultados, podemos concluir diciendo que una actividad física de intensidad submáxima, puede alterar la excreción urinaria de proteínas hasta el punto de originar una alteración tubular proximal. Dichas alteraciones son directamente proporcionales a la intensidad del ejercicio y normalmente son leves y de carácter transitorio.

## Bibliografía

1. BADR K.F., DE BOER D.K., TAKAHASHI K., HARRIS R.C., FOGO A., JACOBSON H.R.: "Glomerular responses to platelet-activating factor in the rat: role of thromboxane A<sub>2</sub>". *American Journal of Physiology*, 1989; 256:35.
2. BERGGARD I.: "Plasma proteins in normal urine. Proteins in normal and pathological urine". Kager, Basel: Ed. by Y. Manuel, J.P. Revillard and H. Betuel, 1968; pp. 7.
3. CHANG R.L., DEEN W.M., ROBERTSON C.R., BRENNER B.M.: "Permeability of the glomerular capillary wall. II. Restricted transport of polyanions". *Kidney International*, 1975; 8:212.
4. CHEN J.: "The dependence of post-exercise proteinuria and its type on exercise intensity". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1990; 9(4):198-203.
5. CIANFLOCCO A.J.: "Renal complications of exercise". *Clinics in Sports Medicine*, 1992; 11(2), 437-451.
6. DU BOIS.: "Normogram for estimation of body surface". *Archives Internationales de Médecine*, 1916; 17.
7. ESTIVI P., URBINO R., TETTA C., PAGANO G., CAVALLO-PERIN P.: "Urinary protein excretion induced by exercise: effect of a mountain agonistic footrace in healthy subjects. Renal function and mountain footrace". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1992; 32(2), 196-200.
8. FAULKNER J. A.: "Physiology of swimming and diving". In: Exercise Physiology. Falls H., Baltimore: Ed. Academic Press, 1968.
9. FISHBANE S.: "Exercise-induced renal and electrolyte changes". *Physician and Sportsmedicine*, 1995; 23(8), 39-40; 42-46.
10. GALBO, H.: *Endocrine factors in endurance*. Oxford: Shephard, R.J. and Astrand, P.O. (eds.), Endurance in Sport, 1992; pp 116-126.
11. HOFMANN W., GUDER W.G.: "A diagnostic program for quantitative analysis of proteinuria". *Journal of Clinical Chemistry Biochemistry*, 1989; 27:589.
12. HOUSE C.R.: "Water transport in cells and tissues". London, Arnold, 1974; pp 213.
13. JONES G.R., NEWHOUSE: "Sport-related hematuria: a review". *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1997; 7(2), 119-125.
14. LOU Z., HUA M.: "The experimental studies on the dynamic changes of urinary gamma-GT and NAG excretion rate after repeated weight carrying swimming in rats". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1995; 14(2), 73-76.
15. MAACK T. M.: "Renal handling of low molecular weight proteins". *American Journal of Medicine*, 1975; 58:57-64.
16. MATIEGKA J.: "The testing of physical efficiency". *American Journal of Physiology*, 1921; 4:223-30.
17. PEREZ-RUIZ M., LOPEZ-CHICHARRO J., LEGIDO-ARCE J.C., HUERTAS M., BANDRES F.: "Alteraciones urinarias en corredores de larga distancia: ¿origen mixto glomérulo-tubular?". *Archivos de Medicina del Deporte*, 1993; 10(40), 421-426.

18. PETRIE J. J., CLELAND J. F., MACLEAN P. R., ROBSON J. S.: "Glomerular permeability during proteinuria induced by plasma infusion". *Clinical Science*, 1970; 39:383
19. POORTMANS J.R., VANDERSTRATEN J.: "Kidney function during exercise in healthy and diseased humans: un update". *Sports Medicine*, 1994; 18(6), 419-437.
20. POORTMANS J.R., GEUDVERT C., SCHOROKOFF K., DE PLAEN P.: "Postexercise proteinuria in childhood and adolescence". *International Journal of Sports Medicine*, 1996; 17(6), 448-451.
21. POORTMANS J.R., MATHIEU N., DE PLAEN P.: "Influence of running different distances on renal glomerular and tubular impairment in humans". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1996; 72(5/6), 522-527.
22. POORTMANS J.R., BLOMMAERT E., BAPTISTA M., DE BROE M.E., NOUWEN E.J.: "Evidence of differential renal dysfunctions during exercise in men". *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1997; 76(1), 88-91.
23. ROCHA M. S. L.: "Pesso oseo do brasileiro do ambos sexos de 17 a 25 anos". *Arquivos de Anatomia e Antropologia*, 1975; 1:445-451.
24. SATO T., SUGIMOTTO H., YAN W.X., ENDO K., YAMAMOTO M.: "Alkaline phosphatase isozymes of serum and urine and urinary protein in young men before and after running 3 Km". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1994; 69(4), 355-360.
25. TEMOCIN S., DORAN S., DORAN F., OZCURUMEZ H.: "Exercise and hematuria (a case report)". *Journal of Sports Medicine*, 1996; 31(1), 35-38.
26. VON DÖBEL W.: "Determination of body constituents". In: Occurrences, causes and prevention of overnutrition. Upsala, Almqvist and Wiksell: G. Blix (ed.), 1964.
27. YING Z.: "The influence of different forms of exercise on urinary N.A.G. enzyme and other urinary protein excretion rate". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1991; 10(1):11-15.
28. YUHASZ M. S.: "The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight". Unpublished Doctoral Thesis. Urbana, University of Illinois, 1962.

